

535,111

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
3 juin 2004 (03.06.2004)

PCT

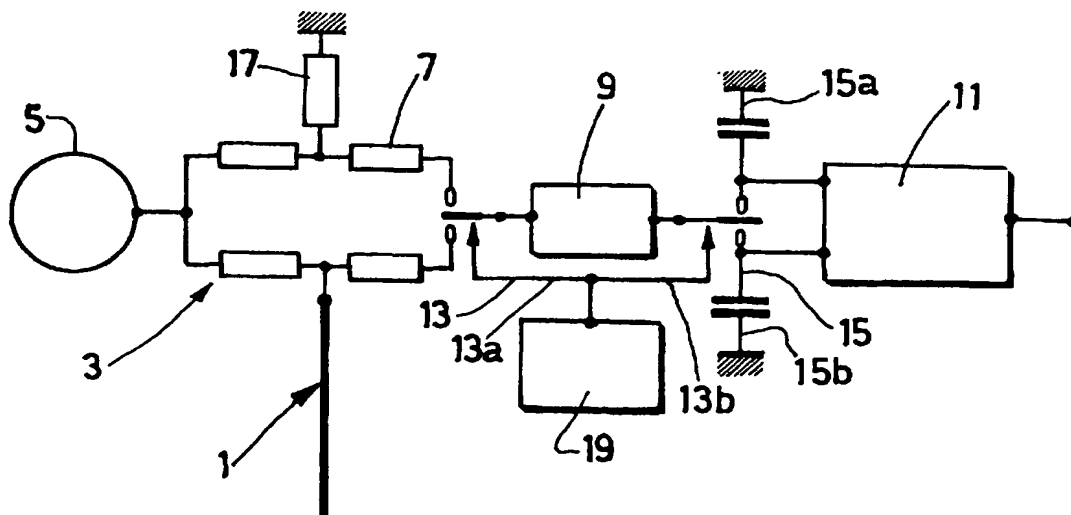
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/046662 A1**

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G01F 23/24
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2003/003382
- (22) Date de dépôt international : 14 novembre 2003 (14.11.2003)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 02/14318 15 novembre 2002 (15.11.2002) FR
- (71) Déposant et  
(72) Inventeur : MORINEAU, Jacques [FR/FR]; 44, chemin des Guignés, F-49125 Tierce (FR).
- (73) Inventeur; et  
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : SIMONNY, Roger [FR/FR]; Les Cours, F-37120 Courcoue (FR).
- (74) Mandataire : JOLLY, Jean-Pierre; Cabinet Jolly, 54, rue de Clichy, F-75009 Paris (FR).
- (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF MEASURING THE HEIGHT OF A LIQUID USING A HIGH-FREQUENCY LINE PROBE

(54) Titre : PROCEDE DE MESURE DE LA HAUTEUR D'UN LIQUIDE AU MOYEN D'UNE SONDE A LIGNE HAUTE FRE-  
QUENCE



(57) Abstract: The invention relates to a method of measuring the height of a liquid using a high-frequency line probe. According to the invention, a comparison is made, on an electric circuit (3) which is supplied with high-frequency alternating current, between the impedance of a coaxial or non-coaxial line probe (1) and a reference resistor (17), using a resistive measuring bridge (7). The probe (1), which is submerged in a tank of the fluid of which the height is to be determined, forms one measuring arm of the measuring bridge and the above-mentioned reference resistor (17) forms an opposite arm of the measuring bridge, the comparison signal resulting from the alternative measurement of the signals on each of said arms using a suitable detector. Subsequently, the comparison signal is processed in order to obtain the calculation of the height of the liquid according to the permittivity thereof, the length of the probe (1) and the circuit (3) power line frequency.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/046662 A1



européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv) pour US seulement

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

**(57) Abrégé :** Le procédé est caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer sur un circuit électrique (3), alimenté en courant alternatif haute fréquence une comparaison entre l'impédance d'une sonde à ligne coaxiale ou non (1) et une résistance de référence (17), au moyen d'un pont de mesure résistif (7), la sonde (1) immergée dans un réservoir de fluide dont on souhaite déterminer la hauteur constituant un bras de mesure du pont de mesure et ladite résistance de référence (17) constituant un bras opposé du pont de mesure, le signal de comparaison résultant de la mesure alternative du signal sur chacun des bras au moyen d'un détecteur adéquat, et à traiter le signal de comparaison en vue d'obtenir le calcul de la hauteur du liquide en fonction de sa permittivité, de la longueur de la sonde (1) et de la fréquence d'alimentation du circuit (3).

## PROCÉDÉ DE MESURE DE LA HAUTEUR D'UN LIQUIDE AU MOYEN D'UNE SONDE À LIGNE HAUTE FRÉQUENCE

L'invention concerne un procédé de mesure de la hauteur d'un liquide au moyen d'une sonde à ligne haute fréquence et la sonde utilisée.

On connaît diverses sondes de mesure de la hauteur d'un liquide dans un réservoir. La sonde à flotteur est la plus ancienne. L'information est issue d'une triangulation entraînant, via des pignons, un aimant à l'intérieur d'une cuve. Le champ à l'extérieur de celle-ci entraîne un codeur optique ou bien est capté par une sonde à effet Hall. Dans le premier cas, le système est lourd et onéreux, dans le second, il est imprécis et reste onéreux.

Les sondes à hyperfréquence sont basées sur le principe du radar. On réalise l'émission puis la réception de l'onde émise par une antenne directive. Après réflexion, on mesure l'écart de temps entre l'émission et la réception. La consommation et le coût de la réalisation sont importants.

Dans les sondes à impulsions, une impulsion est émise sur une ligne coaxiale baignant partiellement dans le liquide à mesurer. Au moment de la traversée du liquide une partie de l'énergie est réfléchi. La puissance au niveau de la source varie en fonction de l'écart de temps et donc du niveau du liquide. Ce procédé fonctionne bien pour des liquides à forte permittivité, mais est très imprécis et peu reproductible pour la mesure de liquides de faible permittivité comme les d'hydrocarbures.

L'invention vise à remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de mesure basé sur la mesure des caractéristiques d'une ligne haute fréquence coaxiale ou non, notamment l'impédance, à travers son module, son argument ou bien sa partie réelle ou imaginaire, qui varient en fonction de ses dimensions physiques et des caractéristiques de son diélectrique.

Le procédé selon l'invention est limité à la mesure du module d'impédance de la ligne de sonde.

Le procédé selon l'invention est caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer sur un circuit électrique, alimenté en courant alternatif haute fréquence, une comparaison entre l'impédance d'une sonde à ligne coaxiale ou non et une résistance de référence, au moyen d'un pont de

mesure résistif, la sonde immergée dans un réservoir de fluide dont on souhaite déterminer la hauteur constituant un bras de mesure et ladite résistance de référence constituant un bras opposé du pont de mesure, le signal de comparaison résultant de la mesure alternative du signal sur chacun des bras du pont au moyen d'un détecteur adéquat, et à  
5 traiter le signal de comparaison en vue d'obtenir le calcul de la hauteur du liquide en fonction de sa permittivité, de la longueur de la sonde et de la fréquence d'alimentation du circuit.

La sonde est avantageusement constituée par un simple tube ou tige ou fil métallique de nature indifférente et de forme rectiligne, s'étendant sur la hauteur de liquide du réservoir à mesurer. Sa longueur peut varier de 0,1 à 10 m.  
10

Cette sonde est en fait une ligne haute fréquence à extrémité ouverte et donc sans contact avec le fond du réservoir, constituée de la partie diélectrique formée par le fluide contenu dans le réservoir et dont l'âme est complétée par l'enceinte du réservoir.  
15

La détermination de l'impédance d'une telle sonde à haute fréquence permet de déterminer sa caractéristique de module d'impédance, assez précisément, avec les moyens de traitement électroniques actuels et d'obtenir une réponse linéaire du signal de mesure de hauteur du liquide avec une précision satisfaisante, inférieure à 1% ; une telle mesure est également réalisable avec des fluides environnants de faibles permittivité, comme on peut les rencontrer dans les produits pétroliers.  
20

Le domaine de fréquence de l'alimentation de la sonde est avantageusement compris entre 4 et 20 MHz.  
25

La résistance de référence est choisie avantageusement égale sensiblement à celle de l'impédance du module de la sonde à mi-hauteur du liquide dans le réservoir.

Le traitement du signal de comparaison s'effectue avantageusement en deux étages, un étage d'amplificateur logarithmique puis un étage terminal d'amplificateur différentiel.  
30

L'étage d'amplificateur logarithmique permet de transformer les signaux des bras du pont de mesure en une différence, laquelle s'exprime par un rapport dans l'amplificateur différentiel et s'affranchit des éventuelles dérives de température, vieillissement et autres du générateur haute fréquence et de l'amplificateur lui-même.  
35

De façon avantageuse, on réalise une commutation double synchrone, entre la sortie du pont de mesure et l'entrée de l'étage d'amplificateur différentiel, du signal issu des bras du pont, de façon à n'utiliser qu'un seul amplificateur logarithmique pour le premier étage de traitement du circuit. Le signal issu des bras passe alternativement sur le même amplificateur logarithmique. On s'affranchit ainsi de la dérive différentielle de l'utilisation de deux amplificateurs logarithmiques, un par signal de mesure de bras.

Les signaux de mesure alternatifs traités par l'amplificateur logarithmique sont avantageusement recueillis de façon alternée par ladite commutation synchrone sur un circuit capacitif mémorisant l'information à l'entrée de l'étage d'amplificateur différentiel terminal, pour être repris et traités ensuite par ce dernier.

Enfin, ladite commutation double synchrone est avantageusement commandée par un générateur d'impulsions électriques à signal carré.

L'invention concerne également la sonde utilisée, à savoir l'ensemble de la ligne haute fréquence de mesure de hauteur d'un liquide dans un réservoir associé et du circuit de traitement du signal en vue de la détermination de la dite hauteur du liquide dans le réservoir.

L'invention est illustrée ci-après à l'aide d'un exemple de réalisation et en référence au dessin annexé sur lequel :

La figure unique est une vue schématique du circuit électrique de la sonde selon l'invention.

On a représenté sur le dessin l'ensemble de la sonde utilisée selon l'invention pour la mesure de la hauteur d'un liquide de type hydrocarbure dans un réservoir, à savoir constitué d'une ligne haute fréquence 1 immergée dans le liquide du réservoir sur sa hauteur et de son circuit électrique de mesure 3.

Le réservoir n'est pas représenté.

Le circuit de mesure 3 a été représenté de façon schématique. Il comporte un générateur d'alimentation haute fréquence 5 (4 à 20 MHz), un pont de mesure 7 de l'impédance de la ligne 1, un amplificateur logarithmique 9 relié à la sortie du pont de mesure 7, un amplificateur différentiel 11, relié à la sortie de l'amplificateur logarithmique 9, un commutateur double synchrone 13 disposé entre les bornes de

l'amplificateur logarithmique 9 et un circuit de charge capacitif intermédiaire 15 disposé à l'entrée de l'amplificateur différentiel 11.

Le pont de mesure 7 est un pont résistif, comportant au niveau inférieur la ligne haute fréquence 1 de mesure de hauteur du liquide (bras inférieur) et au niveau supérieur (bras supérieur) une résistance de référence 17 dont la valeur est égale sensiblement au module de l'impédance de la ligne, lorsque le liquide du réservoir est à mi-hauteur dans ce dernier. La valeur de cette résistance peut-être égale à 2,5 fois l'impédance caractéristique de la ligne, par exemple comprise entre  $100 \pi$  et  $1 k\pi$ .

La ligne 1 est constituée par une simple tige métallique (à extrémité ouverte) disposée verticalement dans le réservoir et sur la hauteur de mesure du liquide dans le réservoir. La distance de la ligne au fond du réservoir peut être de quelques centimètres, de manière à l'isoler des impuretés déposées au fond et qui peuvent perturber la mesure.

Le commutateur synchrone 13 assure par une première branche 13a la transmission alternative du signal issu respectivement du bras supérieur et du bras inférieur du pont à l'amplificateur logarithmique en vue de leur traitement ; il assure de façon synchrone par une autre branche 13b le stockage du signal alternatif traité dans deux branches opposées 15a, 15b du circuit de charge capacitif intermédiaire 15 avant leur transmission à l'étage final d'amplificateur différentiel. Ce circuit de commutation est piloté par un générateur 19 d'impulsions électriques à signal carré.

Ainsi, le signal de mesure du module de l'impédance de la ligne est comparé à celui de la résistance de référence, les deux signaux sont traités de façon alternative, via le commutateur, par l'amplificateur logarithmique, sont stockés dans le circuit de charge intermédiaire, via le commutateur, en séquence à chaque changement de l'impulsion du générateur 19 puis sont comparés et traités dans l'amplificateur différentiel en vue de déterminer la hauteur du liquide dans le réservoir.

A la borne de sortie de commutation supérieure du pont, la tension étant  $V_1$  et à la borne de sortie de commutation inférieure du pont, la tension étant  $V$ , après le passage dans l'amplificateur logarithmique, le signal traité devient respectivement  $\alpha \log V_1$  stocké dans la branche supérieure 15a du circuit de charge intermédiaire, et  $\alpha \log V$  stocké

dans la branche inférieure 15b du circuit de charge intermédiaire,  $\alpha$  étant un coefficient dépendant de l'amplificateur logarithmique.

Ensuite, le signal de comparaison traité dans l'amplificateur différentiel devient  $G (\alpha \log V - \alpha \log V1) = G \alpha \log V/V1$  qui prend en compte le rapport de V et V1 pour la détermination du module de l'impédance de la ligne, laquelle est fonction essentiellement de la hauteur du liquide dans le réservoir, de la permittivité du liquide, de la longueur de la ligne et de la fréquence du courant d'alimentation du circuit.

La hauteur du liquide est ensuite calculée. La formule est connue et n'est pas développée ici.

La précision de mesure dans le cadre du domaine d'application précité (alimentation en courant haute fréquence de 4 à 8 MHz, sonde à tige rectiligne verticale de 0,1 à 10 m, gaz d'hydrocarbure en phase liquide mesuré) est inférieure à un pour cent.

Ce qui précède montre l'application avantageuse de la sonde selon l'invention à la mesure de hauteur ou niveau des liquides dans les réservoirs et, notamment ceux à faible permittivité comme les hydrocarbures en phase liquide.

### REVENDEICATIONS

1. Procédé de mesure de la hauteur d'un liquide au moyen d'une sonde à ligne haute fréquence (1), caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer sur un circuit électrique (3), alimenté en courant alternatif haute fréquence une comparaison entre l'impédance d'une sonde à ligne coaxiale ou non (1) et une résistance de référence (17), au moyen d'un pont de mesure résistif (7), la sonde (1) immergée dans un réservoir de fluide dont on souhaite déterminer la hauteur constituant un bras de mesure du pont de mesure et ladite résistance de référence (17) constituant un bras opposé du pont de mesure, le signal de comparaison résultant de la mesure alternative du signal sur chacun des bras au moyen d'un détecteur adéquat, et à traiter le signal de comparaison en vue d'obtenir le calcul de la hauteur du liquide en fonction de sa permittivité, de la longueur de la sonde (1) et de la fréquence d'alimentation du circuit (3).

2. Procédé de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sonde (1) est constituée par un simple tube ou tige ou fil métallique de nature indifférente et de forme rectiligne, s'étendant sur la hauteur de liquide du réservoir à mesurer.

3. Procédé de mesure selon la revendication 2, caractérisé en ce que la longueur de la sonde (1) est variable de 0,1 à 10 m.

4. Procédé de mesure selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le domaine de fréquence de l'alimentation du circuit (3) de la sonde (1) est variable de 4 à 20 MHz.

5. Procédé de mesure selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la résistance de référence (17) est choisie sensiblement égale à celle de l'impédance du module de la sonde (1) à mi-hauteur du liquide dans le réservoir.

6. Procédé de mesure selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le traitement du signal de comparaison s'effectue en deux étages, un étage d'amplificateur logarithmique (9) puis un étage terminal d'amplificateur différentiel (11).

7. Procédé de mesure selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une commutation double synchrone (13) d'une part entre l'entrée (13a) de l'étage d'amplificateur logarithmique (9) et d'autre part entre la sortie de ce dernier (13b) et l'étage d'amplificateur différentiel (11), de façon à n'utiliser qu'un seul



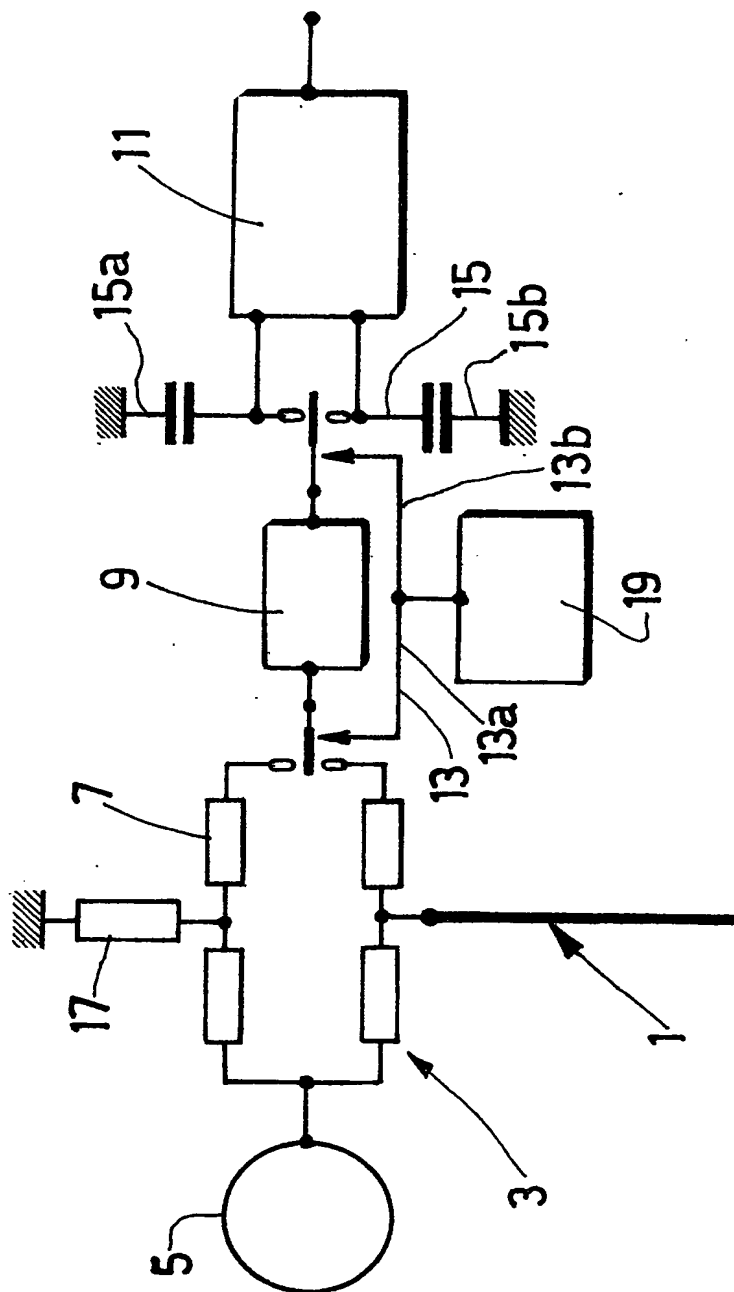
amplificateur logarithmique (9) pour le premier étage de traitement du circuit.

5 8. Procédé de mesure selon la revendication 7, caractérisé en ce que les signaux de mesure alternatifs traités par l'amplificateur logarithmique (9) sont recueillis de façon alternée via la dite commutation synchrone sur un circuit capacitif (15) à branches opposées (15a, 15b) à l'entrée de l'étage d'amplificateur différentiel terminal (11), pour être repris et traités par ce dernier.

10 9. Procédé de mesure selon l'une des revendications 7, 8, caractérisé en ce que ladite commutation double synchrone (13) est commandée par un générateur d'impulsions à signal carré (19).

15 10. Sonde utilisée pour la mesure de la hauteur des liquides, notamment des hydrocarbures dans les réservoirs, caractérisée en ce qu'elle est constituée par l'ensemble d'une ligne haute fréquence à extrémité ouverte (1) baignant dans le liquide sur la hauteur à mesurer, et d'un circuit (3) à pont de mesure (7) et étages d'amplificateur logarithmique (9) et différentiel (11) du signal d'impédance de ligne traité.

1/1



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande nationale No

PCT/FR 03/03382

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G01F23/24

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 1 121 661 A (SPAHN, VICTOR) 23 août 1956 (1956-08-23) le document en entier	1-3, 10
A	EP 0 360 405 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 28 mars 1990 (1990-03-28) colonne 3, ligne 1 - colonne 4, ligne 48; figures 1-3	1-3, 10
A	EP 0 405 835 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 2 janvier 1991 (1991-01-02) colonne 3, ligne 14 - colonne 5, ligne 45; figures 1-4	1-3, 10
A	US 6 237 412 B1 (MORIMOTO HIDEO) 29 mai 2001 (2001-05-29) colonne 5, ligne 1 - colonne 7, ligne 37; figures 1-9	1-3, 10

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 mars 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

01/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Boerrigter, H

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 03/03382

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 1121661	A	23-08-1956	AUCUN	
EP 0360405	A	28-03-1990	EP 0360405 A2	28-03-1990
			JP 2082119 A	22-03-1990
EP 0405835	A	02-01-1991	EP 0405835 A2	02-01-1991
			JP 3130622 A	04-06-1991
US 6237412	B1	29-05-2001	JP 11051745 A	26-02-1999
			JP 11083595 A	26-03-1999
			JP 11094630 A	09-04-1999
			US 2001000851 A1	10-05-2001